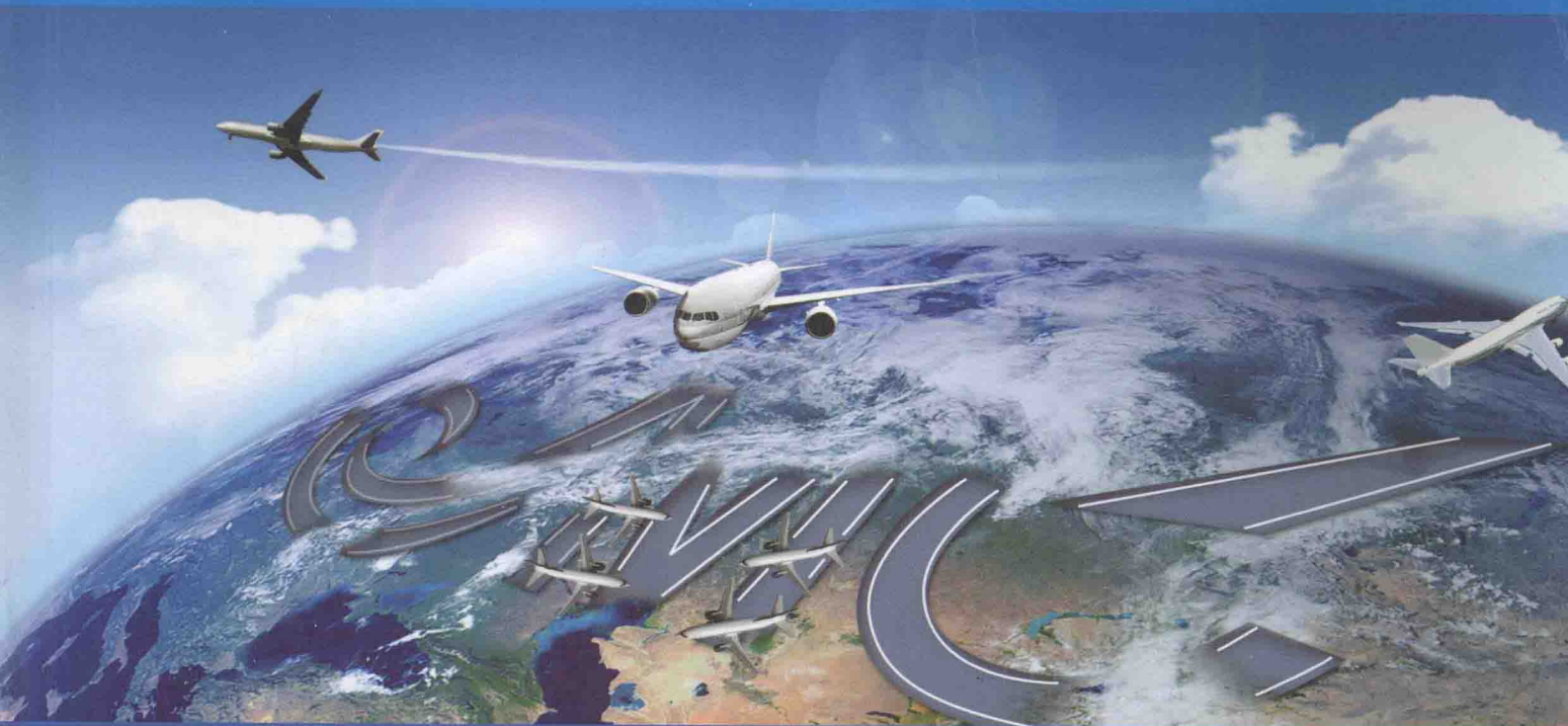


现代气象业务丛书

丛书主编：郑国光



# 航空气象业务

周建华 主编

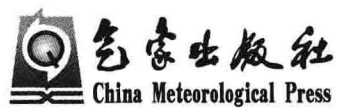
 气象出版社  
China Meteorological Press

现代气象业务丛书

# 航空气象业务

主 编 周建华

副主编 张中锋 庄卫方



## 内容简介

《航空气象业务》是《现代气象业务丛书》中的一分卷,重点阐述了航空气象的业务知识,以航空气象业务为主线,系统地介绍了航空气象的基本理论、民用航空气象的业务体系以及主要业务平台和业务流程。该分卷既是业务工作的基本指南,也是一本专业教材,是航空气象培训的必备工具。

本书适合民航气象人员的岗位培训,也可以作为飞行员、签派员、管制人员的培训教材;本书可以作为管理人员了解航空气象的资料,还可以作为气象同行了解航空气象业务的素材。

## 图书在版编目(CIP)数据

航空气象业务/周建华主编;吕艳彬等编. —北京:气象出版社,  
2011. 1

(现代气象业务丛书)

ISBN 978-7-5029-5157-3

I. ①航… II. ①周…②吕… III. ①航空学:气象学 IV. ①V321.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 008671 号

---

出版发行:气象出版社

地 址:北京市海淀区中关村南大街 46 号

总 编 室:010-68407112

网 址:<http://www.cmp.cma.gov.cn>

责任编辑:林雨晨

封面设计:博雅思企划

印 刷:北京中新伟业印刷有限公司

开 本:889 mm×1194 mm 1/16

字 数:450 千字

版 次:2011 年 2 月第 1 版

定 价:45.00 元

邮政编码:100081

发 行 部:010-68409198

E-mail: [qxcbs@cma.gov.cn](mailto:qxcbs@cma.gov.cn)

终 审:黄润恒

责任技编:吴庭芳

彩 插:4

印 张:14.5

印 次:2011 年 2 月第 1 次印刷

印 数 1—2000

## 《现代气象业务丛书》编写委员会成员

主 任 郑国光  
常务副主任 许小峰  
副 主 任 矫梅燕 高学浩 胡 鹏 李 刚

委 员(按姓氏笔画为序)

王式功 王晓云 刘燕辉 孙 健  
宋连春 张人禾 张庆红 张俊霞  
李国平 杨 军 杨修群 肖子牛  
陈洪滨 赵立成 程建军 端义宏

## 《现代气象业务丛书》审定专家组成员

(按姓氏笔画为序)

丁一汇 丑纪范 王守荣 伍荣生 宇如聪 许健民  
吴国雄 李泽椿 沈晓农 陈联寿 赵柏林 徐祥德  
涂传诒 陶诗言 陶祖钰 巢纪平

## 《现代气象业务丛书》编写委员会办公室成员

主 任 高学浩(兼)  
副主任 陈云峰 于玉斌 胡丽云 郑有飞  
成 员 章国材 董一平 曹晓钟 刘莉红 俞小鼎  
俞卫平 邹立尧 罗林明 董章杭 成秀虎  
马旭玲 张 德 赵亚南

## 《航空气象业务》分卷编写人员

主 编 周建华

副主编 张中锋 庄卫方

撰稿人(按姓氏笔画排列)

吕艳彬 刘广恩 苏丽蓉 李昀英 张洪泰  
邵 洁 林彩燕 骈啸川 顾 雷 徐小敏  
高传智

# 总 序

《国务院关于加强气象事业发展的若干意见》(国发〔2006〕3号,以下简称“国务院3号文件”)明确要求,新时期气象事业发展要以邓小平理论和“三个代表”重要思想为指导,全面贯彻落实科学发展观,坚持公共气象的发展方向,按照一流装备、一流技术、一流人才、一流台站的要求,进一步强化观测基础,提高预报预测水平,加快科技创新,建设具有世界先进水平的气象现代化体系,提升气象事业对经济社会发展、国家安全和可持续发展的保障与支撑能力,为构建社会主义和谐社会,全面建设小康社会提供一流的气象服务。到2020年,建成结构完善、功能先进的气象现代化体系,使气象整体实力接近同期世界先进水平,若干领域达到世界领先水平。

发展现代气象业务,是气象现代化体系建设的中心任务。为此,中国气象局党组认真总结中国特色气象事业发展改革的经验,深入分析我国经济社会发展对气象事业发展的需求,坚持“公共气象、安全气象、资源气象”发展理念,扎实推进业务技术体制改革,加快推进现代气象业务体系建设,努力实现国务院3号文件提出的实现气象现代化的战略目标,并下发了《中国气象局关于发展现代气象业务的意见》(气发〔2007〕477号)。

现代气象业务体系主要由公共气象服务业务、气象预报预测业务和综合气象观测业务构成,各业务间相互衔接、相互支撑。现代气象业务体系建设要以公共气象服务业务为引领、气象预报预测业务为核心、综合气象观测业务为基础。做好现代气象业务体系的顶层设计,扎实推进现代气象业务体系的建设,是当前和今后一个时期气象现代化体系建设,推动气象事业科学发展的重点任务。而编写一套能够体现现代气象科技水平和成果的《现代气象业务丛书》(以下简称《丛书》),以满足各类从事气象业务、科研、管理以及教育培训等人员的实际需要,是中国气象局党组推进现代气象业务体系建设的具体举措。

《丛书》遵循先进性、实用性和前瞻性的原则,紧密围绕建设现代气象业务体系的总体要求,以适应新形势下气象业务技术体制改革需要和以提高气象业务科技水平和气象服务能力为宗旨,立足部门,面向行业,总结分析了国内外现代气象科技发展的最新成果和先进的业务技术体制与流程。《丛书》的编写过程是贯彻落实科学发展观和国务院3号文件的具体实践,也是科学推进现代气象业务体系建设的重要内容。

《丛书》共计十五分册,分别是《现代天气业务》、《现代数值预报业务》、《现代气候业务》、《气候变化业务》、《现代农业气象业务》、《大气物理与人工影响天气》、《大气成分与大

气环境》、《气象卫星及其应用》、《天气雷达及其应用》、《空间天气》、《航空气象业务》、《综合气象观测》、《气象信息系统》、《现代气象服务》和《气象防灾减灾》。

《丛书》编写工作是在气象部门科研业务单位、高等院校和科研院所以及气象行业管理专家、科技工作者的参与和大力支持下,在《丛书》编委会办公室的精心组织下进行的,凝聚了各方面的智慧。在此,我对为《丛书》编写工作付出辛勤劳动的专家、学者及参与编写工作的单位和有关人员表示诚挚的谢意!

郑国克

2009年12月于北京

# 前 言

天气对人类的生活与生产活动的影响是大家熟知的,但是在航空领域,除了人类目力可见的天气影响外,还有大气条件和大气环境以人类目视不及的形态与方式影响着飞行的安全、正常与效率,也影响着旅客公众乘机出行的经济成本和舒适快捷。航空气象学是气象学科的分支,属于应用气象学,主要是研究气象条件同飞行活动、气象条件同航空技术之间的关系以及航空气象服务的技术和方法的一门学科。民用航空气象正是直接服务于航空公司、空中交通管理系统和机场,间接服务于旅客公众的航空气象学的应用业务。

航空气象的理论性书籍有许多种,但还没有一本系统的介绍航空气象业务的书。源于使命和职业兴趣,成书的愿望由来已久,惜因时间不充裕,时机也不成熟,始终没有付诸行动。随着航空运输业的不断发展,国际民航组织提出了全球空管一体化概念,中国民航提出了建设民航强国的战略目标,这都对航空气象服务提出了严峻的挑战,同时也带来了发展的大好机遇,民航气象中心应运而生。民航气象中心的成立再一次触动了成书的愿望,因为运行管理、预报服务、科研与培训是中心的基本职责,为全系统不断的提高业务能力提升服务水平提供技术指导是中心的历史使命,因此编写《航空气象业务》成为我们工作的当务之急。一则全面梳理业务流程,使《航空气象业务》成为业务工作的基本指南;二则理论与实际相结合地提炼业务知识,使《航空气象业务》也成为一本专业教材,是航空气象培训的必备工具;而且随着航空气象用户对正确理解和有效使用气象产品的急迫需求,我们也认识到编写《航空气象业务》不仅是为了履行基本职责,同时也是为了更好地为用户提供专业性培训与服务,因而显得更为迫切了。酝酿中,恰好中国气象局组织业务丛书编写,于是,《航空气象业务》在环境的催化下、在同行的鼓励下、在我们履行职责的愿望下成书了。

本书的理论部分(第2章和第8章)由解放军理工大学的高传智教授和李昀英副教授编写,感谢解放军理工大学的大力支持。本书的业务部分是一批长期从事业务工作的技术专家编写的,很多还是工作在业务一线的专家,有充足的业务实践,但是缺乏编写书籍的经验。第1章由民航气象中心周建华与张中锋编写;第3章由民航气象中心徐小敏编写;第4章由民航气象中心张洪泰编写;第5章由民航气象中心刘广恩编写;第6章由民航气象中心骈啸川编写;第7章由民航气象中心吕艳彬和徐小敏编写;第9章由民航气象中心顾雷编写;第10章由民航中南空管局气象中心苏丽蓉编写;第11章由民航气象中心邵洁编写。全书的策划和主编为民航气象中心周建华,副主编为张中锋和庄卫方。民航气象中心林彩燕负责统稿,付出大量心力,其热忱可圈可点。本书封面图片由民航气象中心徐小敏设计。

几十年的风风雨雨,几经变革,民用航空气象的从业者们扎扎实实地走过业务发展与为飞行安全服务的岁月,几代人不懈地探索,不断地积累,才有了今天成书的基础。本书实际上包含了前人的和现在的所有技术专家的大量心血和劳动结晶,在此一并表示感谢。

本书适合民航气象人员的岗位培训,也可以作为飞行员、签派员、管制人员的培训教材;本书可以为管理人员了解航空气象提供参考,还可以作为气象同行了解航空气象业务的资料;或许还是航空爱好者的科普素材。

书中所有有形的错误疏漏,是编者业务水平有限所致,书中所有无形的浅见拙识,皆是编者学养不足使然。祈望读者不吝批评指正。

编者

2010年10月



目  
录

总序	
前言	
第 1 章	绪论/1
	1.1 航空气象对民航运输业的重要性/1
	1.1.1 气象要素对飞行活动的影响概述/1
	1.1.2 各种危险天气对飞行活动的影响概述/2
	1.1.3 航空气象服务的作用概述/3
	1.2 航空气象业务概述/3
	1.2.1 业务运行体系/3
	1.2.2 业务范围/4
	1.2.3 航空天气预报的特点与方法/5
	1.2.4 法规标准体系/5
	1.3 展望/6
	1.3.1 民航运输业的发展对航空气象服务的新需求/6
	1.3.2 航空气象总体技术目标/7
	1.3.3 新一代航空气象系统建设/8
第 2 章	大气环境对航空飞行的影响/10
	2.1 主要气象要素和天气对飞行的影响/10
	2.1.1 气温和密度对飞行的影响/10
	2.1.2 风对飞行的影响/14
	2.1.3 云对飞行的影响/17
	2.1.4 强降水对飞行的影响/18
	2.1.5 能见度及视程障碍对飞行的影响/19
	2.2 主要天气现象对飞行的影响/20
	2.2.1 雷暴天气及其对飞行的影响/20
	2.2.2 急流及其对飞行的影响/22
	2.2.3 飞机颠簸的形成及其对飞行的影响/24
	2.2.4 飞机积冰的形成及其对飞行的影响/32
	2.2.5 低空风切变的形成及其对飞行的影响/37
	2.2.6 下击暴流的形成及其对飞行的影响/41
	2.3 特殊气象环境对飞行的影响/46
	2.3.1 高空气象环境及其对飞行的影响/46
	2.3.2 山地高原气象环境及其对飞行的影响/48
	2.3.3 热带和海洋气象环境及其对飞行的影响/51
	2.3.4 极地和荒漠气象环境及其对飞行的影响/52

**第3章 航空气象业务体系/55**

- 3.1 国际航空气象的组织框架/55
- 3.2 我国民用航空气象的组织框架/56
- 3.3 民用航空气象业务体系/57
  - 3.3.1 民航气象中心/58
  - 3.3.2 民航地区气象中心/59
  - 3.3.3 机场气象台/59
  - 3.3.4 国际航空气象监视台/59
  - 3.3.5 民航气象情报收集交换中心/59

**第4章 民航气象主要业务平台/60**

- 4.1 民航气象数据库系统/60
  - 4.1.1 概述/60
  - 4.1.2 硬件结构/60
  - 4.1.3 软件结构/63
  - 4.1.4 产品介绍/66
- 4.2 世界区域预报接收系统/66
  - 4.2.1 概述/66
  - 4.2.2 世界区域预报接收系统配置/67
  - 4.2.3 产品/68
- 4.3 航空器气象资料下传系统/68
  - 4.3.1 概述/68
  - 4.3.2 系统配置/69
  - 4.3.3 产品介绍/69
- 4.4 民航气象业务监控系统/69
  - 4.4.1 业务运行状况监控/69
  - 4.4.2 气象技术装备运行状态监控/71
  - 4.4.3 信息通报/71
- 4.5 民航气象天气会商系统/72

**第5章 民航气象地面观测业务/73**

- 5.1 地面观测业务总体要求/73
  - 5.1.1 观测资料的代表性、准确性和比较性/73
  - 5.1.2 观测场所/74
  - 5.1.3 观测仪器设备/75
  - 5.1.4 时制和日界/76
  - 5.1.5 观测种别、时次、项目及时距/76
  - 5.1.6 观测流程/77
  - 5.1.7 观测记录/77
  - 5.1.8 天气报告/78
- 5.2 地面风/78
- 5.3 能见度/79
  - 5.3.1 能见度的观测/79
  - 5.3.2 能见度的分类/80
- 5.4 跑道视程/81
- 5.5 云/82

	5.5.1	云的分类/82
	5.5.2	云的观测/82
	5.6	天气现象/83
	5.6.1	降水现象/84
	5.6.2	雾现象/85
	5.6.3	风沙现象/85
	5.6.4	烟、尘、霾现象/85
	5.6.5	雷电现象/86
	5.6.6	风暴现象/86
	5.6.7	积雪和吹雪现象/86
	5.6.8	地面凝结现象/87
	5.7	气压/87
	5.7.1	场面气压的计算/87
	5.7.2	修正海平面气压的计算/88
	5.7.3	与气压有关的几种高度/89
	5.7.4	气压的观测/89
	5.8	气温和湿度/90
	5.9	降水量和积雪深度/90
	5.9.1	降水量的观测/90
	5.9.2	积雪深度的观测/90
	5.10	地面观测总簿和观测档案簿/90
	5.10.1	地面观测总簿/90
	5.10.2	地面观测档案簿/91
<b>第 6 章</b>		<b>航空气象探测/92</b>
	6.1	气象自动观测系统/92
	6.1.1	概述/92
	6.1.2	系统配置/92
	6.1.3	安装要求及冗余配置/95
	6.2	多普勒天气雷达/95
	6.2.1	概述/95
	6.2.2	系统配置及探测环境要求/96
	6.2.3	常用产品介绍/98
	6.3	风廓线雷达/102
	6.3.1	概述/102
	6.3.2	风廓线雷达的产品和应用/103
	6.3.3	站点环境要求/105
	6.4	气象卫星/105
	6.4.1	概述/105
	6.4.2	气象卫星的种类及资料的发送/106
	6.4.3	气象卫星云图的产品及识别/107
	6.5	低空风切变探测系统/110
	6.5.1	概述/110
	6.5.2	系统配置/110
	6.5.3	风切变产品生成及发布/113

- 6.6 飞机观测/114
  - 6.6.1 气温的测量/114
  - 6.6.2 风向和风速的测量/114
  - 6.6.3 气压的测量/115
  - 6.6.4 湍流/115
  - 6.6.5 相对湿度/116
  - 6.6.6 积冰探测/116
- 第7章 民用航空气象预报业务/117**
  - 7.1 基本资料/117
    - 7.1.1 常规气象资料/117
    - 7.1.2 WAFS资料/122
    - 7.1.3 航空器空中报告/124
  - 7.2 航空天气预报/125
    - 7.2.1 机场预报/125
    - 7.2.2 着陆预报/130
    - 7.2.3 起飞预报/133
    - 7.2.4 区域预报和航路预报/133
  - 7.3 航空天气警报/141
    - 7.3.1 机场警报/141
    - 7.3.2 风切变警报及告警/142
  - 7.4 重要气象情报和低空气象情报/143
    - 7.4.1 重要气象情报/143
    - 7.4.2 低空重要气象情报/145
  - 7.5 航空数值天气预报/146
    - 7.5.1 航空数值天气预报模式系统/146
    - 7.5.2 数值天气预报模式产品在航空中的释用/147
- 第8章 航空重要天气预报/152**
  - 8.1 强对流天气的预报/152
    - 8.1.1 对流性天气的形成条件/152
    - 8.1.2 对流性天气的预报/154
  - 8.2 低云的预报/157
    - 8.2.1 形成云的基本条件/157
    - 8.2.2 低云的预报/160
  - 8.3 能见度的预报/169
    - 8.3.1 能见度的一般特征/170
    - 8.3.2 雾的形成和消散/171
    - 8.3.3 辐射雾的预报/172
    - 8.3.4 平流雾的预报/174
    - 8.3.5 风沙的预报/176
  - 8.4 积冰的预报/177
    - 8.4.1 各类云积冰特征/177
    - 8.4.2 积冰与天气过程的关系/179
    - 8.4.3 积冰与云中温度和湿度的关系/180

	8.5 颠簸的预报/181
	8.5.1 颠簸的定性预报/181
	8.5.2 定量预报/182
	8.6 低空风切变的预报/184
	8.6.1 低空风切变的判断方法/184
	8.6.2 低空风切变的预报/184
<b>第9章</b>	<b>航空气候业务与资料应用/186</b>
	9.1 航空气候概述/186
	9.1.1 航空气候概念/186
	9.1.2 航空气候资料/186
	9.1.3 航空运行中的气候资料应用/186
	9.2 航空气候业务/187
	9.2.1 航空气候资料整编/187
	9.2.2 航空气候资料分析/188
	9.2.3 机场气候表、机场气候概要和机场气候志/189
	9.3 航空气候资料应用/190
	9.3.1 机场建设中的应用/190
	9.3.2 民航飞行程序设计 and 航路规划中的应用/191
	9.3.3 飞行计划阶段的应用/192
	9.3.4 航空气象服务中的应用/192
<b>第10章</b>	<b>飞行气象情报发布与交换/193</b>
	10.1 飞行气象情报的种类和发布规定/193
	10.1.1 飞行气象情报的种类/193
	10.1.2 飞行气象情报的发布规定/194
	10.2 飞行气象情报的国内交换/195
	10.2.1 机场天气报告/196
	10.2.2 航空器空中报告/196
	10.2.3 机场预报/196
	10.2.4 着陆预报/196
	10.2.5 航路预报/196
	10.2.6 区域预报/196
	10.2.7 重要气象情报和低空气象情报/197
	10.3 飞行气象情报的国际交换/197
	10.3.1 机场天气报告/197
	10.3.2 航空器空中报告/198
	10.3.3 机场预报/198
	10.3.4 着陆预报/198
	10.3.5 重要气象情报/198
	10.4 飞行气象情报的索取/198
	10.4.1 飞行气象情报数据库 AFTN 地址/198
	10.4.2 AFTN 请求格式/198
	10.5 飞行气象情报交换的非常程序/199
	10.6 特殊格式的报文/199
	10.6.1 俄罗斯的报文/200

	10.6.2 美国、加拿大等地的报文/200
<b>第 11 章</b>	<b>航空气象服务/204</b>
11.1	服务对象/204
11.2	服务内容/204
11.2.1	为航空公司运行控制部门和飞行机组提供的气象服务/205
11.2.2	为空中交通管理部门提供的气象服务/205
11.2.3	为搜寻和援救服务单位提供的气象服务/205
11.2.4	为飞行情报服务单位提供的气象服务/206
11.2.5	为机场运行管理部门提供的气象服务/206
11.2.6	为通用航空飞行部门提供的气象服务/206
11.2.7	为民航政府部门和运行协调决策机制提供的气象服务/206
11.2.8	为其他有关部门提供的气象服务/206
11.3	服务手段/207
11.3.1	电话咨询或传真服务/207
11.3.2	现场服务/207
11.3.3	网络服务/207
11.3.4	对空气象广播和地空数据链气象服务/207
11.3.5	民航气象视频天气会商系统/208
11.3.6	航站自动情报服务/208
11.4	服务的作用/208
11.4.1	航班的飞行安全与正常/208
11.4.2	航空公司的经济效益/208
11.4.3	机场建设、航空设施建设以及搜救工作/209
11.4.4	气象服务案例/209
<b>附录 1</b>	<b>术语/211</b>
<b>附录 2</b>	<b>缩略语/214</b>

# 第1章 绪论

**自**从莱特兄弟创造航空飞行 12 s 的历史以来,飞行与大气就结下了不解之缘。因为航空活动是在大气环境中进行的,大气是飞行所必需的承载物,正像鸟儿飞翔一样,人类的航空活动只有依靠大气才能够实现。由于大气的不断运动变化产生了各种天气现象和天气变化,航空活动必然直接或间接地受到气象要素和天气的影响,飞行员及其航空器也一直不得不克服不利天气的影响。今天,虽然与航空有关的各类技术飞速发展,天气仍然是影响航空安全、正常与效率的最重要因素之一。不利的天气会造成航班的延误甚至危及飞行安全;当出现大范围的或者是长时间的不利天气时,往往造成航班大面积的连锁延误,为航空企业和旅客公众带来经济损失,为旅客公众带来诸多不便。因此,如何趋利避害并有效地利用气象要素和天气来提升飞行的安全性、提高空域的运行效率、提高机场的运行标准、减低运行成本、促进节能减排正是航空气象服务的使命所在。

斗转星移,岁月荏苒,伴随中国民航(不包括港澳台地区,下同)60 年的发展历程,中国民航气象事业由诞生到成长,随着社会、经济环境的变化,经过几代人不辍耕耘,默默奉献,建立了民用航空气象法规标准体系,建立了从航空气象探测、资料收集与处理、预警预报与产品制作、飞行气象情报的发布与国内国际交换和航空气象服务等一系列业务平台和业务流程,构建起了较为完整的民用航空气象业务运行与服务体系,为飞行安全提供了气象服务保障,为中国民航的快速发展起着非常重要的作用。本卷以航空气象业务为主线,介绍航空气象的基本理论知识、民用航空气象的业务体系以及主要业务系统、业务流程、技术方法和服务内容。

## 1.1 航空气象对民航运输业的重要性

现代航空运输是最高效的交通工具。飞行安全是航空运输业的生命,是每一位航空旅客心中的祈愿,是所有民航从业者的职责和使命。气象要素和天气对飞行安全、正常与效益影响甚大,本书后面的章节将详细描述,本节仅就风、能见度、云和降水四种基本气象要素以及雷暴、闪电、颠簸、积冰、低空风切变、火山灰云、台风等危险天气对飞行活动的影响简要说明。

### 1.1.1 气象要素对飞行活动的影响概述

风、能见度、云底高是机场最低运行标准的主要指标,不同的机场、不同的跑道、不同的机型、不同的机长都有不同的标准,只有在所有标准都符合最低运行标准时,飞机才能起飞或者降落。

**风:**风是对飞行影响最大的气象要素,飞机起降方向的选择、航线的选择、航油携带量、飞机配载都必须考虑风向风速的影响,地面强风不仅影响飞机的起降,还会对停车场飞机和地面设施造成破坏,甚至在万里无云的高空,风的变化也会使飞机出现颠簸乃至强烈颠簸。

**能见度:**能见度是机场最低运行标准的重要指标之一。能见度过低会使飞行员无法看清跑道,

从而影响安全着陆；由于浓雾影响，能见度低而造成飞机无法起飞、旅客大量滞留的现象更是屡见不鲜。

**云：**云和飞行活动密切相关，它常常给飞行造成困难甚至危及安全，如云底高度很低的云层可妨碍飞机的起降；飞机在云中飞行，不但能见度恶劣，还可能遇到危及飞行安全的飞机积冰、颠簸等天气现象。云中明暗不均，有时甚至使飞行员产生错觉。

**降水：**降水也影响飞行安全，降水可使能见度减小，大雨能使飞机的空气动力减少甚至能使发动机熄火，降雨或降雪也影响跑道的使用，降雪不仅影响飞行安全与正常，还会迫使停场飞机除冰雪，增大运行成本。

### 1.1.2 各种危险天气对飞行活动的影响概述

对飞行安全造成威胁的天气现象主要是雷暴、闪电、颠簸、积冰、低空风切变、火山灰云、台风等。

**雷暴：**雷暴是一种发展旺盛的强对流性天气，是飞行所遇到的最恶劣最危险的天气之一。雷暴发生时，闪电会对飞机以及地面的导航和通信设备造成干扰与破坏；云中气流的强烈垂直运动，会带来云中强烈的颠簸以及云下的低空风切变；伴有冰雹出现时，会损坏停场飞机和机场场面设施。因此，雷暴区被称为飞行活动的“禁区”。

**闪电：**闪电是自然界中强烈的、能量巨大的放电现象，一般在对流旺盛的积雨云中的电荷之间（称云内闪）或云中电荷与地面电荷之间产生，云内闪出现的频率最多。闪电出现时，伴有强烈的闪光和巨大的轰鸣声。闪电的长度最长可达数千米，温度可高达  $28000^{\circ}\text{C}$ ，相当于太阳表面温度的  $3\sim 5$  倍。其超强的电场强度可造成飞机导航和通信设备损坏。飞机在设计之初就考虑到雷击的问题，尽管飞机不能免于雷电的损坏，但雷电不能穿过机体伤害旅客。

**颠簸：**飞行时的颠簸主要是由于空气不规则的运动（大气湍流），致使飞机出现上升下沉的现象，是一种复杂的非线性过程，它们常以不同尺度出现。一些与大范围的急流运动相联系的季节性颠簸可以在飞行航路上限制数百千米的空域。轻度的颠簸带来的摇晃和震动也许只是让咖啡洒在旅客的衣服上，而严重颠簸则可使机翼受损，发动机脱落。颠簸一般在对流云中产生，但与对流云无关的晴空大气湍流（CAT）所产生的晴空颠簸，出现在  $6000\text{ m}$  以上的高空居多，由于它不伴有可见的天气现象，目前气象观测和预报较为困难，飞行员也难以事先发现，严重威胁飞行安全。由于颠簸的发生存在一定的不确定性，而且伴随飞行全过程，所以乘客最好全程系好安全带，以避免不测。

**积冰：**飞机飞经温度在  $0\sim -4^{\circ}\text{C}$  左右的云、冻雨和湿雪区时，飞机表面常会发生结冰的现象称为飞机积冰。主要由于飞机在云中或降水中飞行时，过冷却水滴碰撞机身产生冻结而形成的，也可由水汽直接在飞机外表面上凝华而成。飞机积冰是否产生由三个临界变量决定：液态过冷水含量、温度和水滴的大小。冬季露天停放的飞机也可能形成积冰或表面结霜。积冰会改变飞机的动力性能，严重时会造成起落架收放困难和通信设备失灵等后果。不过，现在的民航飞机一般都安装有除冰装置。

**低空风切变：**发生在  $600\text{ m}$  高度以下，短距离内风向、风速发生突变的天气现象，对飞行安全威胁极大。由于低空风切变具有变化时间短、范围小、强度大等特点，其探测和预报都比较困难。低空风切变往往造成正在起飞或降落的飞机突然性的空速变化，从而引起升力变化和飞行高度变化。如果在低高度时遇到高度突然下降，飞行员很难采取措施，可能导致飞行事故的发生。

**火山灰云：**火山爆发时，喷发到高空的火山灰与大气中的水汽结合形成深灰色的云体，机上雷达与地基常规探测仪器都无法辨识，严重影响飞行的安全。火山灰能够对飞机的框架和表面造成磨损，磨损驾驶舱的窗户；火山灰还会污染空气压缩系统、油路系统、液压系统等设备；火山灰还会阻塞飞机的发动机，甚至可使飞机引擎熄火。火山灰还会对处于其下风方向的机场构成威胁，不仅影响能见度，还使机场的跑道、地面设备以及停机坪上的飞机都受到污染。

**台风：**台风是中心附近最大持续风力 12 级（风速  $32.7\text{ m/s}$ ）及其以上的热带气旋。台风是热带洋面上的“特产”，经常发生在南、北纬度  $5^{\circ}\sim 25^{\circ}$  左右的热带洋面上。台风总是伴有狂风暴雨，降雨中心一天之中可降下  $100\sim 300\text{ mm}$  的大暴雨或特大暴雨，甚至可达  $500\sim 800\text{ mm}$ 。台风中强烈的对流天气，会产生严重的颠簸、积冰、恶劣的能见度、强烈的阵风以及低空风切变等危险天气，严重威胁飞行安全。



### 1.1.3 航空气象服务的作用概述

航空气象服务,顾名思义,就是指为航空活动提供的气象服务。民用航空气象工作的基本任务是探测、收集、分析、处理气象资料,制作发布航空气象产品,及时、准确地提供民用航空活动所需的气象信息,为飞行安全、正常和效率服务。航空气象服务的对象主要有航空公司、空中交通管制部门、机场及其他与航空有关的部门。

民航气象部门通过帮助航空公司充分掌握并有效利用气象信息,不但可以减少乃至避免因天气原因影响飞行安全,而且可以为飞行正常和效率作出贡献。为航空公司提供的气象服务包括信息服务和咨询服务,主要有以下两个方面:一是为航空公司的运行控制部门提供气象信息。运行控制部门根据起飞、降落机场当时的天气情况、未来的天气变化以及航路上的天气状况等气象情报,制定或修改飞行计划,并在燃料的携带、飞机的配载等环节充分考虑气象因素,不仅为飞行安全保驾护航,而且为航空公司带来巨大的经济效益。二是在飞机起飞前,为机组人员提供气象服务。飞机起飞前,机组人员必须了解天气情况,携带飞行气象文件。飞行气象文件包括起飞机场、备降机场及目的地机场的天气报告和预报,航路上的重要天气现象以及高空风和高空温度预报等多种航空气象服务产品。

机场是航空气象服务的重要用户之一。气象自动观测系统的使用显著提高了机场的运行能力。当机场受到天气的威胁时,航空气象部门将发布机场警报,便于机场管理部门及时掌握气象信息,采取措施,减少大风、冰雹、雷暴等天气对机场大量的场外设施和停车场飞机造成的危害,确保机场的正常运行。在沿海地区,当台风出现时,航空气象部门通过各种探测手段监测其移动和变化,及时向机场管理部门发布台风机场警报。而在北方地区,机场气象部门会及时发布大雪机场警报,使机场管理部门得以合理安排除冰雪设备清除跑道和停车场飞机的积雪积冰,以减少航班的延误时间。

对于空中交通管理而言,准确、及时的气象信息可以帮助管制员更加合理地调配航班,更加合理地使用空域资源,最大限度地保证飞行的安全和效益。空中交通管理人员在实施空中交通管制服务时,也必须对当前的天气状况和未来的天气变化有充分的了解。通过在塔台和终端管制区安装自动观测系统及气象雷达显示终端,向其提供机场地区的温度、气压、风向、风速、跑道视程以及云的分布情况;通过网络向塔台、终端管制区、区域管制中心、运行管理中心提供相应范围的以及各自履行职责所需的航空气象信息。

另外,无论是新航线的开辟,还是新机场的选址建设,也都需要航空气象服务。当开辟新航线时,需要充分考虑该航线上盛行风向、对流层顶高度、高空急流等气象因素的影响,充分利用气象资源,选择最经济的飞行高度和航线,不但可以提高飞行安全系数,而且有助于提高航空公司的经济效益。当新建机场时,在机场选址、跑道方向确定和飞行程序设计时,都必须充分考虑当地的气象条件,趋利避害,以最大限度地提高机场的利用率。

## 1.2 航空气象业务概述

民用航空气象作为我国航空运输系统的重要组成部分,是民航安全、快速、持续和有效发展的重要保障。民航气象业务具有系统相互关联性、资料采集准确性、情报交换及时性、预报技术复杂性、产品精细化程度高等突出、鲜明的专业特点。我国的民航气象业务隶属于中国民用航空总局管理,接受中国气象局的行业管理与业务指导。

### 1.2.1 业务运行体系

民航气象业务运行由民航气象中心、民航地区气象中心、机场气象台(站)三级气象服务机构承担。三级气象服务机构包括民航气象中心、7个地区气象中心和160多个机场气象台(站),还建立了9个国际航空气象监视台(由地区气象中心或机场气象台兼任)。

《中国民用航空气象工作规则》(中国民用航空总局146号令)已经明确了民航气象服务机构的职